

# Paleontológia, kreacionizmus a evolúcia

*Doc. RNDr. Peter Holec, CSc.*

Katedra geológie a paleontológie Prírodovedeckej fakulty UK, Bratislava

Pod pojmom vývoj (evolúcia) možno chápať nezvratný proces vo vesmíre, ktorý vedie živú aj neživú hmotu z určitého východiskového stavu cez rôzne prechodné stupne do záverečného stavu – z bodu alfa do bodu omega. Keďže živá hmota – biota, ktorá je v prvom rade predmetom nášho záujmu, závisí aj od neživého prostredia – abiotických faktorov, treba spomenúť, že okrem biologickej evolúcie existuje aj astronomický, či fyzikálny, chemický a geologický vývoj neživej hmoty.

## Geologické aspekty vzniku života

Život vznikol v raných štádiách vývoja Zeme. V súčasnosti ani život najjednoduchších organizmov nevzniká z neživého. V dobách vzniku života museli teda byť iné podmienky ako sú dnes. Odlišnosti boli najmä v zložení atmosféry a v charaktere žiarenia. Keď boli sformulované predstavy o niekdajšej atmosfére, vtedy 23-ročný americký študent chémie Stanley Miller, inšpirovaný paleontológom Haroldom Ureyom, napodobnil v roku 1951 procesy podľa týchto predstáv v laboratóriu. Nechal prechádzať elektrický výboj zmesou vodíka, metánu, amoniaku a vodných pár bez prístupu kyslíka. Po niekoľkých dňoch bolo možné v roztoku dokázať niektoré aminokyseliny a iné organické látky. Odvtedy sa stovky vedcov venovali podobným pokusom a podarilo sa im syntetizovať početné aminokyseliny, cukry a iné biologicky významné organické látky. Za možný energetický zdroj sa považuje intenzívne ultrafialové žiarenie, elektrické výboje v podobe bleskov, vulkanické teplo aj v okolí čiernych komínov (black smokers), ba aj rázové vlny pri dopade meteoritov.

Kolískou života bolo veľmi pravdepodobne more, vtedy ešte s nízkym stupňom salinity. Pri vzniku vysokomolekulových látok zohral pravdepodobne významnú úlohu aj anorganický substrát. Predpokladá sa, že mohlo dochádzať k adsorpcii organických látok na jemné lupienky ílových minerálov (montmorilonitov), ktoré mohli pôsobiť ako katalyzátor. Odvrstvením organických koloidov vznikali podľa Oparinovej teórie koacervátové kvapky a po dlhej chemickej evolúcii vznikali zložité reťazce enzymaticky aktívnych bielkovín, ktoré sú charakteristické pre všetko živé. Pre biologickú evolúciu bolo dôležité, že sa odohrávala v sterilnom prostredí, pretože chýbali miliardy mikroorganizmov, ktoré dnes okamžite napádajú každú organickú látku, ktorá by sa analogickým spôsobom začala utvárať z anorganického substrátu.

Chýbal kyslík, a tak organické molekuly neboli ničené oxidáciou. Žiadne laboratórium na svete nie je schopné zopakovať cestu tejto chemickej evolúcie, lebo nevie modelovať nesmierne dlhý čas a rozmanité

podmienky, ktoré boli k tomu potrebné. Veľmi pomaly sa meniace abiotické faktory – tlak prostredia na vývoj – dokážeme len ťažko zmapovať a pochopiť. Napríklad silné ultrafialové žiarenie, ktoré možno kedysi pomohlo k vzniku života, dnes ho zabíja. Aj dnešné rastlinstvo by pravdepodobne vyhynulo v atmosfére tak bohatej na oxid uhličitý, v akej žili karbónske rastliny z prvohôr.

Dnes sa viacerí bádatelia prikláňajú k myšlienke, že život nemusel vzniknúť na dne plytkých morí, ale vo väčších hĺbkach. Niektorí autori predpokladajú, že život mohol vzniknúť aj v zemskej kôre. Pravdepodobne najstaršie živé tvory na Zemi boli prokaryotické jednobunkovce, ktoré nemajú bunkové jadro, ale jadrová hmota je rozptýlená v cytoplazme. Boli to baktérie a sinice. Štúdie z posledných rokov ukázali prekvapivú rozmanitosť ich životného prostredia a schopnosť ich adaptácie na veľmi nepriaznivé podmienky. Označujeme ich ako extremofilné organizmy. Z nich termofilné dokážu žiť v horúcej vode až do 113 °C, acidofilné v kyslom prostredí do pH = 2 i nižšom. Alkalofilné baktérie žijú až do pH = 13, halofilné až pri 25 % koncentrácii soli vo vode. Baktéria *Thiobacillus thiooxidans* vyžije aj v kyseline sírovej. Už v roku 1972 sa v okolí čiernych komínov zistili archebaktérie, ktoré majú veľmi jednoduchú genetickú výbavu. Napr. *Metanococcus janaschi*, ktorý žije pri teplote asi 85 °C získava energiu z oxidácie vodíka a redukcie CO<sub>2</sub>, pričom produkuje metán. Archebaktérie sú základom potravinového reťazca pre bohatý život v okolí podmorských výverov.

Takmer všetci bádatelia sa zhodujú v tom, že všetko živé možno odvodiť od jediného radu organických syntéz z čias spomenutého chemického vývoja. Všetky dnešné organizmy majú spoločný základ – 20 aminokyselín (ich kombináciu) a všetky dnešné organizmy obsahujú aktívne lavotočivé látky. Každý organizmus je súčasťou súvislého potravinového reťazca.

Vyššie 3 a pol miliardy dlhá neprerušená reťaz života na Zemi poskytuje geológii priamy dôkaz o tom, že teplota na celom povrchu Zeme za tento nesmierne dlhý čas neklesla dlhodobejšie pod 0 °C a nevystúpila nad 65 – 100 °C. Striedali sa teplejšie a chladnejšie obdobia, ale výkyvy nedosiahli celoplanetárny charakter a nespôsobili pretrhnutie reťaze života. Udržiavanie tohto pomerne úzkeho bioklimatického rozmedzia sa uskutočňuje autoregulačnou schopnosťou atmosféry (skleníkový efekt). Ak sa napr. zvýši prísun energie (zvýšeným slnečným žiarením, alebo generovaním tepla rádioaktívnym rozpadom), nastáva hneď zvýšenie vyparovania, tvorba mrakov a následné ochladzovanie.

Dôkazy prvých prokaryotických organizmov pochádzajú z hornín starších ako 3 miliardy rokov (archaikum – prahory). Prvé z týchto organizmov boli anaeróbne a dokázali využiť energiu živín len asi na 5 % oproti neskorším – aeróbnym. Až keď množstvo kyslíka prekročilo 1 % dnešného množstva (= Pasteurova hladina) prechádzali mikroorganizmy od fermentácie k dýchaniu. Takmer 2 miliardy rokov trval vývoj

prokaryot. Prvé organizmy s diferencovaným bunkovým jadrom – eukaryota sa objavili približne pred 1,5 – 1,4 miliardami rokov. Eukaryotické bunky oproti prokaryotickým sú oveľa komplikovanejšie. Majú množstvo organel, ku ktorým patria aj mitochondrie a chloroplasty. Výsledky získané na základe molekulárno-biologických analýz potvrdzujú, že eukaryotická bunka jednobunkových aj mnohobunkových organizmov vznikla cestou symbiotického spojenia viacerých prokaryotických buniek. Asi pol miliardy rokov trval vývoj mnohobunkových organizmov (Metazoa). Tieto sa objavili na konci predkambria (proterozoikum – starohory) pred 600 – 700 miliónmi rokov (tzv. Ediakarská fauna).

Pribúdanie kyslíka v atmosfére na úkor oxidu uhličitého zapríčinilo zmenu chemizmu morskej vody, ktorá nadobudla alkalický charakter. To umožnilo organizmom počnúc od kambria vytvárať kostry a schránky z  $\text{CaCO}_3$ . Počas ďalších 100 miliónov rokov si boli schopné vytvárať takmer všetky živočíšne a mnohé rastliny kostry a schránky – materiál, ktorý sa takmer ako jediný zachoval v podobe fosílií. Tým možno vysvetliť aj ten zdanlivo náhly skok na začiatku kambria, keď sa po dlhom období ojedinelých zvyškov akoby naraz objavujú rozmanité bohaté fauny na rôznych lokalitách po celom povrchu Zeme.

Podľa názoru ojedinelých vedcov mohol byť život prinesený na Zem z inej planéty z okolitého vesmíru. Astronomické štúdie posledných rokov dokázali početné zlúčeniny v medzihviezdnom priestore. Pozoruhodné výsledky priniesli analýzy meteoritov – uhlíkatých chondritov. Bolo z nich extrahovaných 18 aminokyselín, ale na rozdiel od týchto látok v živých telách, kde sú výhradne ľavotočivé, bola tu zistená polovica ľavotočivých a polovica pravotočivých. Vo vesmírnom priestore sú také drastické podmienky, že je takmer vylúčené, aby tam dlhšiu dobu preživali aj najodolnejšie spóry. Najpravdepodobnejší variant je teda ten, že život vznikol na Zemi. To nevyklučuje možnosť, že život vznikol analogicky aj na iných planétach. Na dosiahnutie dokonalejších štádií života na Zemi boli potrebné 3 miliardy rokov. To je nesmierne dlhý čas aj vzhľadom na trvanie nám známeho vesmíru (asi 13,5 miliárd rokov). Množstvo možností a križovatiek, cez ktoré sa evolúcia uberala ukazujú prírodovedcom, že by bolo naivné si myslieť, že ešte niekde inde vo vesmíre dospel vývoj života k rovnakému výsledku ako na Zemi – k človeku.

### Biologický vývoj

**Predkambrium – prahory (archaikum 3700 – 2700 m.r.p.d.) a starohory (proterozoikum 2700 – 530 m.r.p.d.)** trvanie 3170 m.r. (vysvetlivka: m.r.p.d = milióny rokov pred dneškom, m.r. = milióny rokov).

Dnes poznáme štyri dôkazy o tom, že život vznikol už v predkambriu. Sú to 1. chemické zlúčeniny degradované na komplex hydrokar-

bonátov a asfaltových zvyškov, ktoré s vysokou pravdepodobnosťou vytvorili živé organizmy, aj keď sa samy nezachovali, 2. stopy a odtlačky mäkkotelových mnohobunkových organizmov v predkambrických horninách, 3. stromatolity – kopčekovito nahromadené útvary vytvorené pôsobením mikroorganizmov a sedimentačných procesov a 4. zvyšky samotných mikroorganizmov a odtlačky rias.

**Prvohory** (paleozoikum) – (530 – 245 m.r.p.d.) trvanie 285 m.r., **Kambrium** (530 – 495 m.r.p.d.) trvanie 35 m.r.

Prvohory delíme na staršie – kambrium, ordovik, silúr, devón a na mladšie – karbón a perm. Celé toto obdobie sa vyznačuje veľkým rozvojom fauny a flóry. Vo vývoji života môžeme vyčleniť etapu od kambria do silúru s dominantným postavením bezstavovcov. No, už vo vrchnom kambriu sa objavujú prvé rybovité prastavovce (Pteraspido-morpha). Obdobie od devónu do permu označujeme aj ako etapu suchozemských rastlín. Ich prudký vývoj viedol už začiatkom devónu k vzniku súvislých plôch rastlinného krytu výtrusných rastlín a v mladšom paleozoiku podmienil svetové rozšírenie ložísk čierneho uhlia. Koncom karbónu a v perme už existujú aj nahosemenné rastliny. S vývojom suchozemských rastlín súvisí aj rozvoj suchozemských bezstavovcov, bezkrídleho aj okrídleného hmyzu a pavúkov. V devóne sa z lalokoplutvých rýb oddeľujú prvé obojživelníky. Významný evolučný pokrok nastal v spodnej časti vrchného karbónu, kedy vznikajú prvé amniota – plazy. Koncom prvohôr – v perme viaceré skupiny živočíchov vymierajú. Ešte aj na konci ordovika (asi pred 480 m.r.) dosahovala hladina oxidu uhličitého desaťnásobok dnešného stavu. Prekvapuje, že na superkontinente Gondwana aj v takýchto podmienkach zanechalo stopy zaľadnenie. Príčina tohto zaľadnenia mohla byť takomská orogenéza, ktorá vyvolala rozsiahle zvetrávanie obnažených silikátových hornín. Hlavný glaciál netrval ani milión rokov. Pokles svetového oceána sa odhaduje na 45 – 60 metrov. V silúre sa odohrali štyri ďalšie glaciálne epizódy, oddelené dlhými obdobiami skleníkového typu. Podnebie pred 310 m. r. (devón) bolo relatívne chladné a vlhké. Sedimenty tohto veku odrážajú množstvo hierarchických sezónnych aj orbitálnych cyklov. Gondwanu opäť postihlo niekoľko zaľadnení, ktoré na jej povrchu zanechali ľadovcové sedimenty. Globálne oteplenie na sklonku permu sa vysvetľuje obnažením a eróziou výplní uholných pániev s následným rýchlym prínosom oxidu uhličitého do ovzdušia.

**Druhovory (mezozoikum)** – (245 – 65 m.r.p.d.) trvanie 180 m.r.

Éra druhohôr zaberá časový úsek asi 180 miliónov rokov a delí sa na tri obdobia – trias, juru a kriedu. Ako aj z názvu vyplýva (mezo = stredný, zoon = živočích), vyznačuje sa faunou výrazne odlišnou od dnešnej, ale aj od prvohornej. Na konci paleozoika vyhynuli trilobity, tetra-koraly (Rugosa), goniatidné hlavonožce. Z ostatnokožcov vymizli skupiny Cystoidea a Blastoidea. Z ramenonožcov zanikla významná prvo-

horná skupina Productida a niekoľko zástupcov skupiny Spiriferida prežilo až do jury. Začiatkom mezozoika sa objavujú amonity so zložitou suturou, častejšie sú belemnity a šesťlúčové koraly (Hexacorallia). Najmä amonity sú charakteristické počas celého trvania mezozoika. Predstavujú vedúce skameneliny prvoradej dôležitosti, ktoré dnes umožňujú zónovanie morských sedimentov. V druhohorách nastal aj veľký rozvoj plazov, ktoré majú zasa význam pre zónovanie suchozemských sedimentov. Rozšírili sa na zemi, vo vode aj vo vzduchu, preto niekedy obrazne označujeme druhohory ako vek plazov. V druhohorách vznikajú z plazov aj ďalšie dve triedy stavovcov – cicavce a vtáky.

Flóru vrchného permu, triasu, jury a spodnej kriedy charakterizujú nahosemenné rastliny, (= mezofytikum). Asi v strede kriedového obdobia nastala v rastlinstve nápadná zmena. Rýchle sa rozvinuli a pevládli krytosemenné rastliny značiace nástup modernej flóry (= kenofytikum). Aj v tomto prípade vidíme, že charakteristické rozhranie vo vývoji rastlín predbieha zlom vo vývoji živočíchov, ktorý nastal až na rozhraní kriedy a paleogénu (treťohôr).

Druhohory sú obdobím vytvorenia rozsiahlej mobilnej geosynklinálnej sústavy Tethys. Trias a jura znamenajú pre európsku oblasť obdobie relatívneho pokoja a malej vulkanickej činnosti. V kriede a najmä v treťohorách nastali v oblasti geosynklinály Tethys mohutné horotvorné pohyby – alpínsky orogén. Vyvrásnila sa reťaz pohorí začínajúca v Afrike Atlasom, pokračovala Pyrenejami, cez Alpy, Karpaty, Apeniny, Balkán, Krym a Kaukaz na východ až do Himalájí.

Hoci žiarivosť Slnka bola začiatkom triasu asi o 2,3 % nižšia ako dnes, množstvo oxidu uhličitého v zemskej atmosfére dosahovalo niekoľkonásobok terajšieho stavu. Podnebie spreď 230 – 190 m.r. (trias) sa pokladá za najsuchšie v histórii Zeme. Obdobia so zvýšenou zrážkovou činnosťou boli vzácne, najmä vo vrchnom triase a spodnej a vrchnej jure. Vyskytovali sa aj monzúny, ktoré boli dlhšie a najmä búrlivejšie ako dnešné. Ich produktom boli veľké riečne deltové systémy. Počas spodnej kriedy bolo podnebie chladnejšie, dokonca sa predpokladá občasná existencia morského ľadu. Klimatické poruchy vyvolali aj zmeny v raste útesov v Tichom oceáne a v rovníkovom oceáne Tethys. Zhruba pred 100 m.r. sa zrýchlila produkcia oceánskej kôry, zosilnel čadičový vulkanizmus a do ovzdušia sa dostával štvornásobok dnešného množstva oxidu uhličitého. Hoci intenzita monzúnov prudko vzrástla, vyrovnaná teplota (v severnom Atlantickom oceáne 30 – 31 °C) spomalila morské prúdenie. Do oceánu postupovalo nebývalé množstvo živín a na dno morských paniev sa nedostával kyslík. Organická hmota sa nemožla rozkladať a bola pochovaná v sedimente. Tak vznikli dnešné najväčšie ropné ložiská. Počas vrchnej kriedy už jestvovali prúdy studenej vody stekajúce do hlbokých morských paniev. Chladnejšie podnebie sa prejavilo vo zvýšenej produktivite planktónnych organizmov a z ich kostier vznikali známe uloženiny písacej kriedy. Kolízia južných subkontinentov s Euráziou pred 60 m.r. vystavila veľké plochy

zemskej kôry zvetrávaníu. Hoci tento proces a nasledujúci vulkanizmus spolu s impaktovou katastrofou v Mexickom zálive uvoľnili veľké množstvo uhlíka do atmosféry, organizmy v povrchových vodách oceánov ho čoskoro spotrebovali a premenili na organickú hmotu v ukladaných sedimentoch. Podľa paleoklimatických modelov sa pred 46 m.r. (azda účinkom oceánskeho vulkanizmu) uvoľnil z nich do atmosféry zhruba desaťnásobok predindustriálneho množstva metánu a dvojnásobok dnešného množstva oxidu uhličitého. To spolu s polárnymi stratosférickými oblakmi vyvolalo výnimočne vysoké zrážky v Antarktíde a všeobecný rast celoročnej teploty vo vysokých zemepisných šírkach (priemerne 11 °C v južnom, ale až 26 °C v severnom Atlantickom oceáne). Avšak skutočné skleníkové podmienky nevznikli a rozdiel medzi teplotou v lete a v zime bol stále výrazný. Napriek tomu bola táto epizóda predzvesťou výrazných globálnych zmien podnebia.

### **Tretohory + štvrtohory (kenozoikum) (65 - 0 m.r.p.d.)**

#### **Prehľad vývoja fauny a flóry**

Posledný geologický útvar vo vývoji našej Zeme označujeme ako kenozoikum. Trval asi 65 miliónov rokov. Počas tohto geologického obdobia sa vyvinula skupina primátov, z ktorej ako jeden z posledných článkov vznikol aj človek. Kenozoikum tvorí jediné prirodzené obdobie, charakterizované vyvrcholením a doznievaním mohutného alpínskeho vrásnenia, ktoré dalo vznik mladým pásmovým pohoriam s postupným modelovaním zemskeho povrchu do dnešnej podoby. Aj vývoj života v tomto období má zhodné črty a podobný charakter. Kenozoikum delíme na dve rôzne dlhé obdobia - tretohory a štvrtohory (terciér a kvartér). Tretohory delíme na staršie - paleogén a mladšie - neogén. Z paleogeografického hľadiska tvoria staršie a mladšie tretohory samostatné cykly. V paleogéne bolo rozšírenie morí a kontinentov značne odlišné od dnešného. V neogéne sa postupne vytvára situácia podobná dnešnému stavu. Z klimatického hľadiska pokračovalo veľmi teplé obdobie európskych druhohôr ešte do paleogénu. Teplotná krivka vyvrcholila v strednom eocéne. Začiatkom neogénu sa postupne ochladzovalo. Väčšiu časť kenozoika zaberajú tretohory, ktoré trvali asi 63,2 mil. rokov. Štvrtohory zaberajú v geologickom čase len krátky „okamih“ asi 1,8 mil. rokov. Štvrtohory boli ako samostatný geologický útvar vymedzené preto, lebo sú geologicky dobre ohraňované od tretohôr a napriek svojej geologickej mladosti sú výnimočné. Delíme ich na staršie obdobie - pleistocén a na mladšie - holocén.

Tak ako väčšina geologických ér aj kenozoikum začalo výraznými pohybmi zemskej kôry. V niektorých oblastiach nastal pokles pevniny a more preniklo napr. do západnej Európy, na ruskú tabuľu a okraje kontinentov Severnej a Južnej Ameriky, aj na územie Afriky. Približne pri konci starších tretohôr (v oligocéne), sa znova začali dvíhať pevniny a rozsah súší a morí sa opäť zmenil. Po týchto mohutných pohyboch dostali pevniny postupne taký tvar, ako majú dnes. V rôznych oblastiach



vznikli nové pásmové pohoria ako napr. Alpy, Pyreneje, Kaukaz, Himaláje. V časti týchto pohorí skončilo alpínske vrásnenie v mladšej polovici tretohôr (v miocéne), vo východných oblastiach Ázie pokračuje dodnes.

Začiatok paleogénu sa vyznačoval prudkým poklesom teploty, ktorý súvisel s rozmiestnením morí a súši v tom čase. Čoskoro sa však klimatické podmienky zlepšili a už v strednom eocéne sa výrazne oteplilo. To vyvolalo rozširovanie tropickej a subtropickej flóry a fauny ďaleko na sever. Z tohto obdobia sú známe aj uholné panvy a z toho môžeme predpokladať, že podnebie bolo teplé a výdatné na zrážky. Postupne ku koncu neogénu sa klíma opäť zhoršovala, čo možno čiastočne vysvetliť postupným zväčšovaním plôch súše a ústupom mora z ponorných častí pevninských krýh. Koniec tretohôr sa v sedimentoch nijako výrazne neprejavuje. Zvyčajne je charakterizovaný zhoršujúcimi sa klimatickými podmienkami, poklesom teplôt a vznikajúcim zaľadnením.

Rastlinstvo bolo už veľmi blízke dnešnému. Jednoklíčne aj dvojklíčne boli už v plnom rozvoji a aj ihličnany boli veľmi rozšírené. Teplé a vlhké podnebie bolo dokonca aj v polárnych oblastiach, takže v Grónsku, a na Špicbergoch rástli magnólie, vavríny, jedlé gaštany a iné rastliny žijúce dnes len v teplejších krajoch mierneho pásma. V paleogéne rástli v strednej a severnej Európe magnólie, vavríny, škoricovníky, duby, gaštany, platany, figovníky, palmy a iné. Vo vlhkých oblastiach a močarínach rástli tisovce (*Taxodium*) a na suchších miestach obrovské sekvoje. Opadavé listie mal rod *Glyptostrobus*. Kmene týchto stromov tvoria hlavný materiál, z ktorého vzniklo tretohorné uhlie. (Zdrojom uhlia v Novákoch a Handlovej bolo najmä *Taxodium* a *Glyptostrobus*.) Dnes rastie *Glyptostrobus* v Ázii. V Číne bol vysádzaný do vetrolamov a pri ryžových poliach. V miernom pásme rástli ihličnaté stromy, ako napr. cédry, borovice, cyprusy a iné. V Pobaltí rástla borovica *Pinus succinifera*, ktorej skamenená živica sa volá jantár a bývajú v nej výborne uchované často celé kvety, pavúky, hmyz ba dokonca aj malé žaby a jašterice. V mladších tretohorách sa pomery začali meniť. Palmy a iné teplomilné prvky začali pomaly ale neustále ustupovať na juh. U nás sa rozprestierali listnaté pralesy, ktoré svedčia o teplom a vlhkom prostredí. Koncom tretohôr ustúpili niektoré teplomilnejšie prvky rastlín na juh Európy, alebo z nej úplne vymizli.

Rozsiahle paleogeografické zmeny vyvolali aj veľké zmeny fauny. V starších tretohorách boli rozšírené veľké dierkavce (Foraminifera) z čeľade Nummulitidae. Boli rozšírené v plytkých teplých moriach skoro na celej Zemi a ich schránky dosahovali veľkosť až 10 cm. Morské hubky pomaly mizli, zostali len tie, ktoré mali kostru z oxidu kremičitého. Ramenonožce tiež ustúpili, dodnes ostalo len niekoľko rodov. Najviac boli zastúpené ulitníky (Gastropoda) a lastúrniky (Bivalvia). Hojný boli ježovky a lastúrničky (Ostracoda). Na súši sa veľmi rozmnožil hmyz, čo iste súviselo s rozvojom kvitnúcich rastlín. Dodnes je hmyz vo veľkom rozvoji. V tretohorných močiaroch žilo aj množstvo obojživelní-

kov. Z chvostnatých to bol napr. veľký mlok (až 90 cm dlhý) – Andrias scheuchzeri. Ako raritu možno spomenúť, že v roku 1762 ho prof. Scheuchzer z Zürichu označil ako trúchlivý pozostatok úbohého hriešnika, ktorý zahynul pri potope sveta (Homo diluvii tristic testis). Pomerne hojné sú i zvyšky žiab. Začiatkom treťohôr nastáva aj prudký vývoj vtákov, čo môže súvisieť s vývojom hmyzu. Žili veľké nelietavé vtáky až 2 m vysoké – napr. Diatryma (Sev. Amerika a Európa) a rod Gastornis (Ázia). Z Južnej Ameriky je známy rod Phorusracus, ktorý mal lebku až 70 cm dlhú (ako kôň). V štvrtohorách sa vyvinuli dve čeľade bežcov – moa (*Dinornis giganteus* s hmotnosťou asi 250 kg a výškou 3,7 m) z Madagaskaru a Afriky a *Aepiornis maximus* (z Madagaskaru), ktorý sa podobal pštrosovi, dosahoval výšku 3 m a hmotnosť asi 450 kg. Boli nájdené aj jeho vajíčka 35 cm dlhé a 22 cm široké. Boli už vyhubené človekom.

V treťohorách majú však prvoradý význam cicavce. Zatiaľ čo v mezozoiku cicavce tvorili len malé, nevýznamné percento fauny, už na konci spodnej kriedy vznikli vačkovce a hmyzožravce. Tieto sa začiatkom treťohôr rýchle rozšírili. Objavujú sa typy, ktoré majú znaky viacerých skupín cicavcov – tzv. zmiešané alebo kolektívne typy. Z paleocénu je známych okolo 400 druhov rôznych cicavcov. Počas treťohôr ich vývoj pokračoval rýchle a na konci tohto obdobia sa objavil človek. Zvyšky hmyzožravcov a prvých primátov sú veľmi podobné, čo dokazuje, že medzi oboma skupinami boli blízke príbuzenské vzťahy. Dodnes majú zástupcovia čeľade Tupaiidae zmes znakov primátov a hmyzožravcov. Zatiaľ čo hmyzožravce akoby ustrnuli vo vývoji, primáty nastúpili dlhú cestu vývoja. Dnes žijúce ježe možno pokladať za príbuzných hmyzožravému rodu *Zalambdalestes* z vrchnej kriedy. Iná skupina, ktorá vznikla z hmyzožravcov sú netopiere. Je to jediná skupina cicavcov, ktorá ovládla vzduch. Je vývojovo veľmi úspešná. Nápadný nedostatok prechodných foriem medzi hmyzožravcami a netopiermi je pravdepodobne spôsobený tým, že lietací orgán, ktorý nemá u ostatných cicavcov obdobu, sa vyvinul v relatívne krátkom čase. Po dosiahnutí tejto špecializácie akoby sa ich vývoj zastavil. Dnešné typy netopierov sa príliš nelíšia od starých vývojových línií. K najúspešnejším a najpestrejšim skupinám cicavcov patria hlodavce. Žijú v najrôznejších životných prostrediach, dokonca aj vo veľkomestách, kde im človek kladie rôzne nástrahy. Hlodavce sa objavili koncom paleocénu. Za ich východiskovú skupinu považujeme čeľaď *Paramyidae*. Vývoj myšovitých (*Muridae*) začal v spodnom pliocéne a hrabošovitých (*Microtidae*) sa vyvíjali až koncom treťohôr a v štvrtohorách. Začiatkom treťohôr žilo množstvo cicavcov, ktoré nemajú v súčasnosti obdobu. Z vývojového hľadiska sú dôležité najmä dve skupiny – *Condylarthra* (primitívne prakopytníky), ktoré sa prispôbili prijímaniu rastlinnej potravy a *Hyaenodonta* zamerané na mäsitú potravu. Dosiaľ žijúci príbuzný týchto prakopytníkov je africký hrabáč (*Orycteropus*). Zaujímavý je aj vývoj koňovitých (*Perissodactyla*). Niektoré typy boli zistené aj na našom území (An-



chitherium, Hipparion a Equus). Zaujímavé sú aj vymreté skupiny Brontotheria a Chalicotheria. Fosílné zvyšky naposledy menovaných sa našli aj v blízkosti Bratislavy v Štokeravskej vápenke. Druhú rozsiahlu skupinu kopytníkov tvoria párnokopytníky (Artiodactyla). Najstaršie pochádzajú zo stredného eocénu. Delia sa na tri podrady: Suiformes (prasce a hrochy), Tylopoda (čavy, lamy) a Ruminantia – prežúvavce (jelene, antilopy, žirafy, tury, ovce, kozy). Za predkov prasiat sú považované Anthracotheria zo starších treťohôr (Čechy). Čavovité vznikli v Severnej Amerike v eocéne. Od tej doby sa vyvíjali oddelene v Severnej a Južnej Amerike a v Ázii. Počas pleistocénu (v starších štvrtohorách) v Severnej Amerike vyhynuli a ich ďalší rozvoj prebiehal v Eurázii, Afrike a Južnej Amerike. Jeleňovité môžeme sledovať už od oligocénu v Ázii. Žirafovité začali svoj vývoj v miocéne rodom Palaeotragus. Blízkym príbuzným tohto rodu je doteraz žijúca lesná žirafa – okapia (Ocapia) objavená v Afrike len v r. 1901. Turovité vznikli už v staršom miocéne (rod Eotragus), ale ich hlavný vývoj prebiehal v miocéne a v štvrtohorách. Pozoruhodný je aj vývoj ďalších radov cicavcov – chobotnáčov, mäsožravcov, veľrýb a primátov, z ktorých sa koncom treťohôr vyvinul aj človek.

### **Kreacionizmus a evolúcia**

V minulosti sme často počúvali, že veriaci sú tmári, že vedecké poznatky vylučujú vieru v Boha a pod. Tieto obvinenia veriacich zo strany ateistov boli účelovo zamerané proti veriacim. Snaha vládnucej ateistickej komunistickej strany bola zničiť vieru v Boha. Treba zdôrazniť, že prírodovedci sa zaoberajú výskumom hmoty, hmotných skutočností a teda existenciu Boha, ako duchovnej bytosti, nemôžu ani dokázať, ani vyvrátiť.

Materialistické koncepcie väčšinou využívajú Darwinovu teóriu na vysvetlenie vzniku života a pôvodu človeka na exkluzívne hmotnom základe, pričom hmotu považujú za jedinú objektívnu realitu existujúcu od večnosti. Je zaujímavé, že sám Darwin stvorenie predpokladal. Dnešní materialisti radi zdôrazňujú úplnú náhodnosť v procese evolúcie. Postavili evolúciu proti Bohu a hovoria: máme evolúciu nepotrebujeme Boha. Toto je prvá skupina ľudí.

Do druhej skupiny ľudí, ktorá evolúciu neuznáva sa postavila od začiatku skupina vedcov a filozofov, ktorí formulovali zásady „vedeckého kreacionizmu“ (creation science). Tí postavili evolúciu a stvorenie do nezmieriteľného protikladu. Vedeckí kreacionisti sa snažia nájsť vedeckú argumentáciu proti evolúcii, aby dokázali správnosť tvrdenia Biblie. Považujú opis stvorenia v starozákonnej knihe Genesis za doslovne platný. Ak má Biblia pravdu, niet dôvodov skúmať vývoj našej Zeme, organizmov a človeka. Uznávajú, že isté zmeny môžu nastať iba v rámci pôvodne stvorených druhov či rodov tak, ako sa to prijímalo v preddarwinovskom období na základe prác Linného. Vedeckí kreacio-

nisti uvádzajú vo svojej argumentácii, že evolúciu nemožno experimentálne dokázať. Nevedeckosť evolučnej teórie sa vraj zakladá na skutočnosti, že evolučná teória nevie predpovedať typy organizmov do budúcnosti. Táto námietka je však nepodstatná, najmä ak uvážime, že vývojová teória predpokladala následnosť stále vyššie organizovaných organizmov v sedimentárnych vrstvách, čo geológia plne potvrdila. Napr. keď nájdete v určitých vrstvách trilobita, viete, že sa určite jedná o prvohorné sedimenty. Spolu s týmto trilobitom nenájdete žiadneho tvora, ktorý by patril k vedúcim skamenelinám druhohôr. To znamená, že môžete od rána do večera hľadať trilobitov napr. na Sandbergu (pri Bratislave) a nenájdete ich, pretože toto nálezisko obsahuje už treťohornú faunu. Geológovi nájdená skamenelina umožňuje rýchlu a spoľahlivú orientáciu vo veku hornín. Keby všetky zvieratá boli stvorené za šesť našich dnešných dní, bolo by nemožné rozdeliť vek hornín na prvohory, druhohory, treťohory a štvrťohory, pretože všetky organizmy by boli rovnaké od prvopočiatku. Toto ale odporuje skutočnosti. Stratigrafia (biostratigrafia) sa úspešne používa vo výskume i v praxi a je to jedna z najpresnejších, najspoľahlivejších, najrýchlejších a najlacnejších metód na určenie relatívneho veku hornín. S úspechom sa používa napr. pri vyhľadávaní ropných a plynových ložísk.

Vedeckí kreacionisti sa postavili do opačného garde ako materialisti a postavili Boha proti evolúcii. Hovoria: „Máme Boha, nepotrebujeme evolúciu“.

Tretia skupina ľudí – súčasní kresťanskí evolucionisti sú presvedčení, že evolúcia prebiehala tak, ako ju veda postupne objavuje. Žiadny vedecký poznatok neodporuje pravdám viery. Viera a veda sú akoby dve koľajnice idúce paralelne vedľa seba, ale vedúce k tomu istému cieľu – k pravde. Dve pravdy si nemôžu odporovať. Tú „hmotnú“ pravdu, ktorú poznávame rozumom stále overujeme a korigujeme a tú druhú – „duchovnú“ – zjavenú máme prijať a pochopiť najmä srdcom, pretože Biblia bola napísaná pre našu spásu. Chyba neveriaceho Tomáša bola v tom, že mal uveriť bez dôkazov. On sa chcel dotknúť a ohmatať. Vo vede tento postup nie je zakázaný, ale sa priam vyžaduje. Nie je vylúčené, že v knihe Genesis sa objavujú aj mytologické prvky. Kresťania uznávajú evolúciu a pri tom sa nemusia vzdáť ničoho čo je napísané v Biblii. Jednoducho a veľmi stručne hovorí učebnica katolíckeho náboženstva pre 5. ročník základných škôl: „Knihy Svätého písma napísali ľudia z Božieho vnuknutia. Boh im vnukal myšlienky. Potom svätopiscovia videli k tomu, aby tieto myšlienky zrozumiteľne napísali. Takto je Biblia aj dielom ľudského rozumu a ľudskej ruky. Preto majú jednotlivé knihy odlišný štýl. Ich pisatelia nevedeli z prírodných vied o nič viac, než ich súčasníci. Preto v Biblii nehľadáme zdroj vedomostí o prírode a o vesmíre. Biblia nám podáva pravdy o Bohu o jeho добрote a láske k človeku.“

## **Na záver**

Vývoj vesmíru, hmoty a života je až do dnešného dňa neprerušené stvorenie hmoty a živých bytostí vo vesmíre. Preto neexistuje žiadny rozpor medzi metafyzickou myšlienkou stvorenia a vedeckým pojmom evolúcie, ale oba tieto pojmy sa dopĺňajú, sú komplementárne. To, čo astrofyzici, fyzici, chemici a biológovia nazývajú kozmickým, fyzikálnym, chemickým a biologickým vývojom, chápu metafyzici a teológovia ako práve sa postupne uskutočňujúce stvorenie od jednoduchého k zložitému od začiatku vesmíru dodnes. Viera v Boha Stvoriteľa a evolúcia nie sú v protiklade.

## **Vysvetlivky**

Eocén – stredná časť starších treťohôr

Geosynklinálna sústava – poklesové pásmo medzi kontinentmi vyplnené morom

Glaciál – ľadová doba

Godwana – južný kontinent

Orogenéza – vrásnenie horstva